

PAT-NO : JP359163529A  
DOCUMENT-IDENTIFIER : JP 59163529 A  
TITLE : LIGHT-APPLIED TEMPERATURE MEASURING  
DEVICE  
PUBN-DATE : September 14, 1984

## INVENTOR- INFORMATION:

NAME  
SHINDO, YOICHI  
YABE, MASAYA

## ASSIGNEE- INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL	N/A

APPL-NO : JP58037505

APPL-DATE : March 9, 1983

INT-CL (IPC) : G01K011/12, G08C023/00

US-CL-CURRENT: 340/501

## ABSTRACT:

PURPOSE: To eliminate a compensation error caused by dispersion of a transmission line by utilizing a difference of coherency of two kinds of light, and using light of the same center wavelength by signal light and transmission line reference light.

CONSTITUTION: A semiconductor laser 702 and an LEX703 are driven alternately by a light source driving circuit 701. Two kinds of light synthesized by an optical directional coupler 704 are partially photodetected

by a photodiode 705, and used as a light source output variation monitor. An optical signal passing through an optical directional coupler 706 is transmitted to a temperature detecting part through an optical fiber 707. In the temperature detecting part through an optical fiber 707. In the temperature detecting part, the light emitted from the optical fiber 707 becomes parallel light by a collimator lens 708, and is made incident to an etalon 710. The etalon consists of a heat resistance optical crystal such as quartz or titanic acid strontium, etc., and is formed to a suitable thickness by considering a temperature coefficient and a thermal expansion coefficient of its refractive index, and a reflecting coating for giving a suitable surface reflection factor (r) is performed to the end face. In case when a multimode semiconductor laser and an LED are used for a quartz etalon, as a signal light and reference light, respectively,  $r=0.3\sim0.4$  is suitable.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑮ 特許出願公開  
⑰ 公開特許公報 (A) 昭59—163529

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 K 11/12  
G 08 C 23/00

識別記号

庁内整理番号  
7269—2F  
7187—2F

⑯ 公開 昭和59年(1984)9月14日  
発明の数 1  
審査請求 有

(全 4 頁)

④ 光応用温度計測装置

式会社富士電機総合研究所内

⑦ 発明者 矢部正也

横須賀市長坂2丁目2番1号株

⑥ 特 願 昭58—37505

⑦ 出 願 昭58(1983)3月9日

⑧ 発明者 進藤洋一

横須賀市長坂2丁目2番1号株

式会社富士電機総合研究所内

⑨ 出願人 工業技術院長

明細書

1. 発明の名称 光応用温度計測装置

モード半導体レーザを用いることを特徴とする  
光応用温度計測装置。

2. 特許請求の範囲

3. 発明の詳細な説明

本発明は光ファイバを用いた光応用温度計測装置に関する。

光技術を応用した各種の光応用計測装置は、従来の電気式計測装置に比べて、耐電磁誘導障害特性、防爆性等の利点を有し、最近の光伝送技術の進歩に伴い、各種計測方式の提案が活発である。

この種の計測装置では、光ファイバの曲げによる伝送損失の変動や光コネクタの着脱による結合損失の変動等を要因とする光伝送路特性の変動がもたらす測定誤差を最小限に留める事が重要な技術的課題である。

第1図は、従来用いられている光応用温度計測装置における2波長反射方式の例を示すもので、何らかの物理現象に基づく、トランステューサの温度変化による反射光の強度変化を利用したものである。この装置は、前記光伝送路特性の変動を補償するために波長の異なる2つの光を用いるもの

(1) 所定の反射率を有する平坦で平行な端面をもつ光学的透明体と、光源と、前記透明体に前記光源の光を伝送し、前記透明体からの反射光または透過光を伝送する光ファイバと、この反射光または透過光を受ける受光部と、電気信号処理部とを備え、前記透明体内部における光の干渉状態の温度変化による前記透明体の反射光強度または透過光強度の変化を利用して光応用温度計測装置において、前記透明体内部で干渉し得るコヒーレントな光と、前記透明体内部で干渉し得ないインコヒーレントな光との二種の光源を用い、受光後に前記二種の光の強度比を演算することにより光ファイバ等の光伝送路の特性変動を補償することを特徴とする光応用温度計測装置。

(2) 特許請求の範囲 第1項記載の光応用温度計測装置において、コヒーレントな光源としてマルチ

であり、光源駆動回路 101 により光源（波長  $\lambda_1$ ）102 と光源（波長  $\lambda_2$ ）103 を交互に駆動する。光方向性結合器 104 により合波された光は、一部ホトダイオード 105 により受光され、光源出力変動モニタとして用いられる。光方向性結合器 106 を経た光信号は、光ファイバ 107 を介して温度検出部へ導かれる。温度検出部において、光ファイバ 107 から出射した光は、コリメータレンズ 108 により平行光となり、波長選択透過性をもつダイクロイックミラ 109 を透過した光源 102 の出射光はトランスデューサ 110 へ入射し、温度変化により強度変調されて反射される。一方、光源 102 とは波長の異なる光源 103 の出射光は、ダイクロイックミラ 109 により直接反射される。これらの反射光は、再びコリメータレンズ 108 により光ファイバ 107 端面に集光され、光ファイバ 107 を逆方向に伝送して、光方向性結合器 106 を介してホトダイオード 111 により受光される。受光後、AD 変換器 112、マイクロコンピュータ 113 により 2 種の光の強度比を演算すれば、光源 103 の出射光は光

伝送系の外乱のみをモニタしているので、光伝送路特性の変動が補償される。

上記 2 波長反射方式温度計測装置においては、ダイクロイックミラの分光特性の制約上、用いる 2 つの波長を少くとも 100 nm 程度分離しておく必要があるが、光伝送系の変動要因は光ファイバに対する曲げ・内部応力、あるいは光コネクタ着脱時の位置ズレ、光コネクタ・光方向性結合器等の光学要素の突き合せ面における多波干涉効果等複雑多岐にわたっており、上記諸変動要因が異なる波長の光に対して等価に作用するという保障はない。また、上記ダイクロイックミラは温度検出部においてトランスデューサと隣接して配置されるべきものであり、測定温度の変化によりその分光特性も変化することが考えられ、新たな誤差の原因となる。

この発明は、上述の欠点を除去して、より高精度な光伝送路変動補償効果を備えた光応用温度計測装置を提供することを目的とする。

本発明では、温度変化を光量変化に変換するト

ransデューサとして、所定の反射率を有する平坦で平行な端面をもつ光学的透明体（エタロン）を用いる。第 2 図において、所定の屈折率  $n$ 、厚み  $e$  および表面反射率  $r$  を持つエタロン 201 の端面に垂直に光が入射する場合、光の干渉によりエタロン 201 の反射率  $R$  は、

$$R = \int_0^{\infty} \rho(\lambda) \frac{4r \sin^2\left(\frac{2\pi n e}{\lambda}\right)}{(1-r)^2 + 4r \sin^2\left(\frac{2\pi n e}{\lambda}\right)} d\lambda$$

で与えられる。但し  $\lambda$  は波長、 $\rho(\lambda)$  は入射光のスペクトルである。一般にエタロン材料の屈折率  $n$  と厚み  $e$  は温度によって変化するため、エタロンの反射率  $R$  も温度の関数となる。

光源として第 3 図に示す様な隣接した数本の線スペクトルを持つマルチモード半導体レーザ光を用いる場合、厚さ約 20 μm の石英エタロンでは温度変化（ $ne$  累積の変化）によって反射率は第 4 図の様に周期的に変化する。図は計算結果で表面反射率  $r$  をパラメータとする。従って、特定の温度範囲では温度と反射率が 1 対 1 に対応し、温度の計測

が可能であり、測定温度範囲もエタロンの厚みを最適化することにより制御が可能である。

次に、このエタロンに第 5 図に示す様なガウス型スペクトル分布  $\rho(\lambda)$

$$\rho(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lambda-\lambda_0)^2}{2\sigma^2}}$$

（但し  $\lambda_0$  は中心波長、 $\sigma$  はスペクトルの拡がりを示すパラメータ）を持つ発光ダイオード（LED）光を入射した場合のエタロン反射率の温度変化の計算結果を第 6 図に示す。LED 光はインコヒーレントであるため 20 μm 程度のエタロンにおいては殆ど干渉を起こさず、表面反射率  $r$  を適当に選べばエタロンの温度変化の影響を受けない。従って、トランスデューサによる強度変調を受けず、光伝送路特性の変動のみをモニタする参照光として、LED を用いれば良いことがわかる。

第 7 図はこの発明の実施例を示すもので、エタロンの温度変化による強度変調を受けるコヒーレントな信号光として半導体レーザ光を用い、光伝

送路特性の変動をモニタするインコヒーレントな参照光として LED 光を用いる。半導体レーザに関しては、マルチモードファイバを使用する場合はモーダルノイズの点からマルチモードレーザが適する。シングルモードレーザを使用するときは、同様の理由によりシングルモードファイバが適する。

光源駆動回路 701 により、半導体レーザ 702 と LED 703 を交互に駆動する。光方向性結合器 704 により合成された 2 種の光は、一部ホトダイオード 705 により受光され、光源出力変動モニタとして用いられる。光方向性結合器 706 を経た光信号は、光ファイバ 707 を経て温度検出部へ伝送される。温度検出部において、光ファイバ 707 から出射した光は、コリメータレンズ 708 により平行光となり、エタロン 710 へ入射する。エタロンは石英またはチタン酸ストロンチウム等の耐熱性光学結晶により、その屈折率の温度係数、熱膨張係数を考慮して測定温度範囲に応じて適当な厚さに形成されており、端面には適当な表面反射率  $r$  を与

える反射コーティングが施されている。石英エタロンに信号光としてマルチモード半導体レーザ、参照光として LED を用いる場合、前記第 4 図および第 6 図の計算結果から、両光の干渉状態を考慮して、 $r = 0.3 \sim 0.4$  が適当である。但しこの最適値は、エタロンの厚みにより多少変化する。エタロン 710 からの反射光は、再びコリメータレンズ 708 により光ファイバ 707 端面に集光され、光ファイバ 707 を逆方向に伝送し、光方向性結合器 706 を介してホトダイオード 711 により受光される。ホトダイオード 711 により受光される半導体レーザ光と LED 光の強度をそれぞれ  $S_1, S_2$  とし、ホトダイオード 705 により受光される半導体レーザ光と LED 光の強度をそれぞれ  $R_1, R_2$  とすると、AD 変換器 712、マイクロコンピュータ 713 により

$$X(t) = \frac{\frac{S_1}{R_1}}{\frac{S_2}{R_2}}$$

の演算を行えば、光伝送路特性の変動並びに光源出力の変動が補償された温度情報  $X(t)$  が得られる。

この発明は、2 種の光のコヒーレンシの差を利用したものであるため、信号光と伝送路参照光とで同一の中心波長の光を用いることが可能であり、異なる波長の光を用いる従来の 2 波長方式に比べて、伝送路分散による補償誤差がない。

また、ダイクロイックミラが不要であるため、この分光特性の温度変化による補償誤差もなく、補償効果の改善が図れ、構成も簡単になる。さらに、実施例で述べた方式の反射光を検出する反射型だけでなく透過型の検出部構成も可能であるという付加的な効果も得られる。

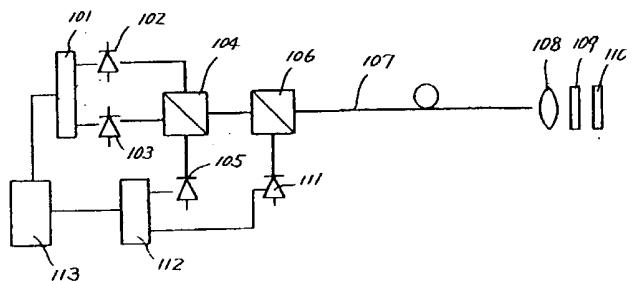
#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は従来用いられている 2 波長反射方式光応用温度計測装置を例示する接続図、第 2 図は本発明の装置において使用されるエタロンの構成を例示する側面図、第 3 図および第 5 図は本発明の装置において使用されるマルチモード半導体レーザおよび LED の典型的な発光スペクトル図、第 4 図および第 6 図は本発明の装置において使用される石英エタロンにおけるマルチモード半導体レー

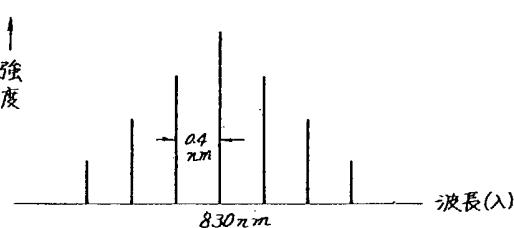
ザおよび LED の干渉の程度を例示した計算結果を示す線図、第 7 図は本発明の実施例を示す接続図である。

101：光源駆動回路、102：光源 I、103：光源 II、104：光方向性結合器 I、105：ホトダイオード I、106：光方向性結合器 II、107：光ファイバ、108：コリメータレンズ、109：ダイクロイックミラ、110：トランスデューサ、111：ホトダイオード II、112：AD 変換器、113：マイクロコンピュータ、701：光源駆動回路、702：半導体レーザ、703：LED、704：光方向性結合器 I、705：ホトダイオード I、706：光方向性結合器 II、707：光ファイバ、708：コリメータレンズ、710：エタロン、711：ホトダイオード II、712：AD 変換器、713：マイクロコンピュータ。

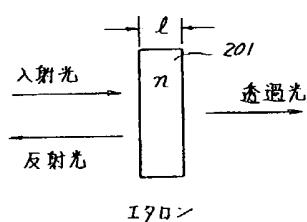
工業技術院長  
特許出願人 石坂誠一



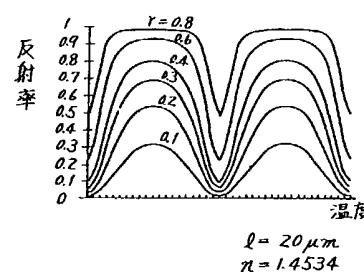
第1図



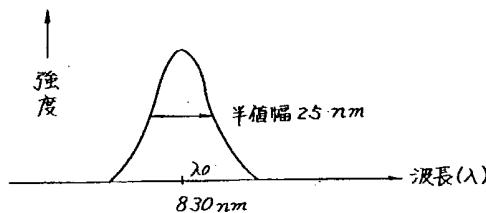
第3図



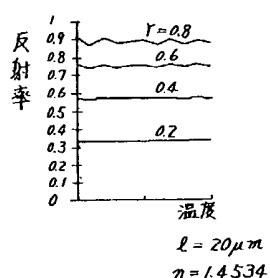
第2図



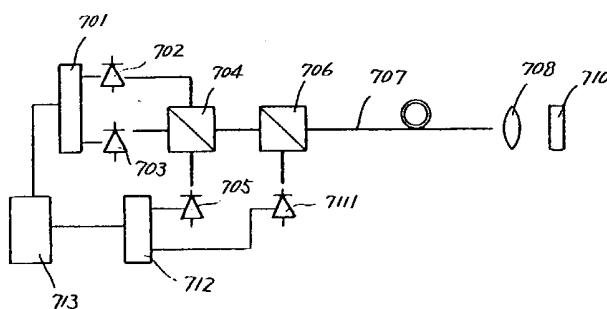
第4図



第5図



第6図



第7図